



(21) Aktenzeichen: 101 18 699.1
 (22) Anmeldetag: 17. 4. 2001
 (43) Offenlegungstag: 31. 10. 2002

(71) Anmelder:
 Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(74) Vertreter:
 Dreiss, Fuhlendorf, Steimle & Becker, 70188 Stuttgart

(72) Erfinder:
 Potz, Detlev, Dr., 70193 Stuttgart, DE; Mack, Gerhard, 70191 Stuttgart, DE; Kuegler, Thomas, 70825 Korntal-Münchingen, DE

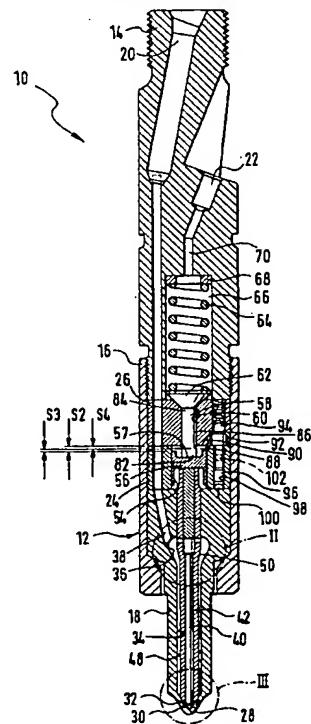
(56) Entgegenhaltungen:
 DE 197 39 905 A1
 DE 41 15 457 A1
 DE 40 23 223 A1
 US 42 02 500 A
 EP 010 91 117 A2
 EP 10 63 415 A2
 EP 09 67 382 A2
 Robert Bosch (HrsG): Kraftfahrtechnisches Taschenbuch, 23. Aufl. Braunschweig: Vieweg, 1999, ISBN:3-528-03876-4, S. 551 u. 552;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Kraftstoff-Einspritzvorrichtung und Kraftstoffsystem für Brennkraftmaschinen, sowie Brennkraftmaschine

(57) Eine Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (10) für Brennkraftmaschinen umfasst ein langgestrecktes Gehäuse (12) mit einem geschlossenen Einspritz-Ende (28). In dem Gehäuse (12) verläuft in dessen Längsrichtung eine Ausnehmung (34). Dies ist mit einem Kraftstoffeinlass (20) verbindbar. Am Einspritzende (28) sind mindestens zwei axial voneinander abstandete Austrittsöffnungen (30, 32) vorhanden. In der Ausnehmung (34) sind mindestens zwei koaxiale und axial bewegliche Ventilelemente (40, 42) angeordnet. Diese arbeiten mit Ventilsitzen im Bereich der Austrittsöffnungen (30, 32) zusammen. Um die Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (10) möglichst einfach und klein bauen zu können, wird vorgeschlagen, dass die Ventilelemente (40, 42) eine Mitnehmerverbindung (52, 72) aufweisen, derart, dass das eine Ventilelement (40, 42) bei einer Bewegung nach einem bestimmten Weg (S1) an dem anderen Ventilelement (42, 40) axial in Anlage kommt und dieses mitbewegt.



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft eine Kraftstoff-Einspritzvorrichtung für Brennkraftmaschinen, mit einem langgestreckten Gehäuse mit einem Einspritz-Ende, mit einer in dem Gehäuse in dessen Längsrichtung verlaufenden Ausnehmung, welche mit einem Kraftstoffeinlass verbindbar ist, mit mindestens zwei axial voneinander beabstandeten Austrittsöffnungen am Einspritz-Ende, mit mindestens zwei koaxialen und axial beweglichen Ventilelementen, die wenigstens bereichsweise in der Ausnehmung angeordnet sind und mit Ventilsitzen im Bereich der Austrittsöffnungen zusammenarbeiten.

[0002] Eine derartige Kraftstoff-Einspritzvorrichtung ist aus der DE 40 23 223 A1 bekannt. In dieser ist eine Kraftstoff-Einspritzdüse gezeigt, in deren langgestrecktem Gehäuse zwei zueinander koaxiale Ventilnadeln geführt sind. Am Einspritzende ist das Gehäuse geschlossen und umfasst zwei axial voneinander beabstandete Reihen von über den Umfang verteilten Spritzlöchern. Zwischen den Ventilnadeln ist eine Trennhülse vorhanden, und die Ventilnadeln können unabhängig voneinander über separate Kraftstoffzuführungen betätigt werden. Derartige Kraftstoff-Einspritzvorrichtungen werden für direkt-einspritzende Brennkraftmaschinen verwendet. Der Sinn der zwei Ventilnadeln liegt in der Anpassung der Einspritzcharakteristik an die Betriebslast, was u. a. für das Emissionsverhalten der Brennkraftmaschine wichtig ist.

[0003] Für den Einbau der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung steht üblicherweise nur wenig Platz am Zylinderkopf der Brennkraftmaschine zur Verfügung. Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Kraftstoff-Einspritzvorrichtung der eingangs genannten Art so weiterzubilden, dass sie möglichst klein baut.

[0004] Diese Aufgabe wird bei einer Kraftstoff-Einspritzvorrichtung der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass die Ventilelemente derart zusammenarbeiten, dass das eine Ventilelement bei einer Bewegung nach einem bestimmten Weg eine Bewegung des anderen Ventilelements bewirkt.

Vorteile der Erfindung

[0005] Bei der erfindungsgemäßen Kraftstoff-Einspritzvorrichtung werden die Ventilelemente nicht mehr unabhängig voneinander bewegt. Stattdessen ist die Bewegung des einen Ventilelements an eine Bewegung des anderen Ventilelements gekoppelt. Dies ermöglicht es, auf eine getrennte Ansteuerung der beiden Ventilelemente zu verzichten. Auf diese Weise kann die Kraftstoff-Einspritzvorrichtung kleiner bauen.

[0006] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in Unteransprüchen angegeben.

[0007] In einer ersten Weiterbildung ist angegeben, dass die axial voneinander beabstandeten Austrittsöffnungen dann, wenn beide Ventilelemente von den zugehörigen Ventilsitzen abgehoben sind, fluidisch miteinander verbunden sind. Bei dieser Weiterbildung ist zwischen den beiden Ventilelementen also kein Trennelement vorhanden, was nochmals die Außenabmessungen der erfindungsgemäßen Kraftstoff-Einspritzvorrichtung verringert. Darüber hinaus sind insbesondere an dem hoch belasteten Einspritz-Ende der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung weniger Teile vorhanden, was die Zuverlässigkeit im Betrieb der erfindungsgemäßen Kraftstoff-Einspritzvorrichtung verbessert.

[0008] Weiterhin wird vorgeschlagen, dass das äußere

Ventilelement zuerst öffnet und bei einer Bewegung nach einem bestimmten Weg eine Bewegung des inneren Ventilelements bewirkt. Alternativ kann auch das innere Ventilelement zuerst öffnen und nach einem bestimmten Weg eine

5 Bewegung des äußeren Ventilelements bewirken.

[0009] Besonders bevorzugt ist es, wenn eine Mitnehmerverbindung vorgesehen ist, derart, dass das eine Ventilelement bei einer Bewegung an dem anderen Ventilelement wenigstens mittelbar axial in Anlage kommt und hierdurch 10 dieses mitbewegt. Diese mechanische Mitnehmerverbindung ist einfach und robust.

[0010] Die Mitnehmerverbindung kann so ausgebildet 15 sein, dass sie einen Absatz an dem einen Ventilelement umfasst, welcher mit einer Schulter an dem anderen Ventilelement zusammenarbeitet, wobei im geschlossenen Zustand der Einspritzvorrichtung die Schulter und der Absatz voneinander axial beabstandet sind. Eine derartige Mitnehmerverbindung ist einfach herzustellen und unterliegt keinem oder nur einem geringen Verschleiß. Die Schulter und der

20 Absatz können darüber hinaus sehr präzise hergestellt werden, so dass der Weg, den das zuerst öffnende Ventilelement zurücklegen muss, bis auch das zweite Ventilelement öffnet, genau vorherbestimmt werden kann. Die Öffnungscharakteristik der erfindungsgemäßen Kraftstoff-Einspritzvorrichtung ist somit präzise vorhersehbar, was für den verbrauchs- 25 und emissionsoptimierten Betrieb einer mit der erfindungsgemäßen Kraftstoff-Einspritzvorrichtung ausgestatteten Brennkraftmaschine zweckdienlich ist.

[0011] Eine bevorzugte Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Kraftstoff-Einspritzvorrichtung besteht darin, dass die Mitnehmerverbindung mindestens eine in dem einen Ventilelement gefangene Kugel umfasst, welche mit einer Schulter an dem anderen Ventilelement zusammenarbeitet, wobei in geschlossenem Zustand der Einspritzvorrichtung 30 die Schulter und die Kugel voneinander axial beabstandet sind. Eine solche Kraftstoff-Einspritzvorrichtung arbeitet besonders reibungs- und verschleißarm.

[0012] Weiter ist es möglich, dass an dem vom Einspritzende abgelegenen Ende des einen Ventilelements ein 35 Druckraum vorhanden ist, der einerseits über eine Strömungsdrössel mit einem Niederdruckbereich verbunden und andererseits über einen quer verlaufenden Strömungskanal mit dem Kraftstoffeinlass verbindbar ist, wobei die Verbindung zwischen Druckraum und Kraftstoffeinlass vom anderen Ventilelement unterbrochen wird, wenn sich dieses um eine bestimmte Strecke bewegt hat. In diesem Fall sind 40 keinerlei mechanische Mittel erforderlich, um eine Bewegung des anderen Ventilelements zu bewirken. Diese Kraftstoff-Einspritzvorrichtung arbeitet somit verschleißfrei und hat daher eine besonders lange Lebensdauer.

[0013] Dabei wird besonders bevorzugt, wenn in dem anderen Ventilelement mindestens eine Öffnung vorhanden ist, welche in geschlossenem Zustand der Einspritzvorrichtung den Zugang zum Strömungskanal vom Kraftstoffeinlass her um eine Strecke überdeckt.

[0014] Bei einer besonders bevorzugten Weiterbildung der erfindungsgemäßen Kraftstoff-Einspritzvorrichtung ist eine schaltbare Hubbegrenzung vorgesehen, durch die der Hub des zuerst öffnenden Ventilelements so begrenzt werden kann, dass die Mitnehmerverbindung zwischen den beiden Ventilelementen noch nicht greift. Diese Weiterbildung ermöglicht es, die Kraftstoff-Einspritzvorrichtung wahlweise mit nur einem Ventilelement in geöffnetem Zustand oder mit beiden Ventilelementen in geöffnetem Zustand zu 55 betreiben. Auf einfache Art und Weise ist somit bspw. eine Verdoppelung bzw. eine Halbierung der von der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung abgegebenen Kraftstoffmenge möglich.

[0015] Besonders bevorzugt ist dabei, dass die Hubbegrenzung hydraulisch arbeitet. In diesem Fall kann auf elektrische Komponenten im Bereich der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung verzichtet werden. Dies erhöht die Betriebssicherheit der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung.

[0016] Ferner kann das zuerst öffnende Ventil mit einer ersten Druckfläche verbunden sein, welche eine Steuerkammer begrenzt, und die Steuerkammer kann fluidisch verschließbar sein. Wird die Steuerkammer fluidisch geschlossen, wirkt das in der Steuerkammer eingeschlossene Fluidvolumen aufgrund seiner geringen Kompressibilität wie ein mechanischer Anschlag, an dem die erste Druckfläche anliegt. Auf diese Weise wird der Hub des zuerst öffnenden Ventilelements begrenzt.

[0017] Das zuerst öffnende Ventilelement kann mit einer zweiten Druckfläche verbunden sein, welche bei einer Druckbeaufschlagung eine Öffnungsbewegung des Ventilelements bewirkt, wobei die erste Druckfläche größer ist als die zweite Druckfläche. Dies ermöglicht es, den Druck im Steuerraum möglichst gering zu halten.

[0018] Erfnungsgemäß wird auch vorgeschlagen, dass in der Wand der Steuerkammer eine Ablauföffnung vorhanden ist und dass ein Steuerelement mit dem zuerst öffnenden Ventilelement verbunden ist, welches im geschlossenen Zustand der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung von der Ablauföffnung beabstandet ist und im Verlauf einer Bewegung des Ventilelements die Ablauföffnung dichtend verdeckt. Durch diese Weiterbildung wird die fluidische Kapselung der Steuerkammer nach einem bestimmten, von dem zuerst öffnenden Ventilelement zurückgelegten Weg auf besonders einfache Art und Weise hergestellt.

[0019] Der fluidische Verschluss der Steuerkammer kann auf einfache Art und Weise dadurch aufgehoben werden, dass die Kraftstoff-Einspritzvorrichtung ein schaltbares Ventil aufweist, über das die Steuerkammer mit einem Auslass verbindbar ist. Eine solche Aufhebung des fluidischen Verschlusses der Steuerkammer hebt die Hubbegrenzung auf, so dass das zuerst öffnende Ventilelement den vollen Öffnungsweg zurücklegen und dabei das zweite Ventilelement mitnehmen kann.

[0020] Um auf elektrische Komponenten im Bereich der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung verzichten zu können, ist es besonders vorteilhaft, wenn das Ventil hydraulisch schaltbar ist.

[0021] Zur Begrenzung der Öffnungsbewegung der Ventilelemente kann ein mechanischer Anschlag vorgesehen sein, welcher den Weg bei einer Öffnungsbewegung mindestens eines der Ventilelemente begrenzt. Ein solcher mechanischer Anschlag ist einfach und preiswert herstellbar und sorgt für definierte und gleichbleibende Öffnungsverhältnisse.

[0022] Bei einer besonders bevorzugten Weiterbildung der erfungsgemäßen Kraftstoff-Einspritzvorrichtung ist das später öffnende Ventilelement mit einer dritten Druckfläche verbunden, welche bei einer Druckbeaufschlagung das Ventilelement auf den Ventilsitz drückt. Hierdurch wird sichergestellt, dass dann, wenn das zuerst öffnende Ventilelement vom Ventilsitz abhebt und beispielsweise die Hubbegrenzung eingeschaltet ist, das andere Ventilelement weiterhin auf den Ventilsitz gedrückt wird.

[0023] Die Erfnung betrifft ferner ein Kraftstoffsystem für eine Brennkraftmaschine mit einem Kraftstoffbehälter, mit mindestens einer Kraftstoffpumpe, die aus dem Kraftstoffbehälter fördert, mit mindestens einer Kraftstoff-Sammelleitung, und mit mindestens einer Kraftstoff-Einspritzvorrichtung, welche an die Kraftstoff-Sammelleitung angeschlossen ist und den Kraftstoff direkt in einen Brennraum einspritzt, wobei die Kraftstoff-Einspritzvorrichtung ein

langgestrecktes Gehäuse mit einem geschlossenen Einspritz-Ende, eine in dem Gehäuse in dessen Längsrichtung verlaufende Ausnehmung welche mit einem Kraftstoffeinflass verbindbar ist, mindestens zwei axial voneinander beabstandeten Austrittsöffnungen am Einspritz-Ende, und mindestens zwei koaxiale und axial bewegliche Ventilelemente, die wenigstens bereichsweise in der Ausnehmung angeordnet sind und mit Ventilsitzen im Bereich der Austrittsöffnungen zusammenarbeiten, aufweist.

[0024] Um ein solches Kraftstoffsystem insgesamt möglichst klein bauen zu können, wird vorgeschlagen, dass die Kraftstoff-Einspritzvorrichtung in der obigen Art ausgebildet ist.

[0025] Die Erfnung betrifft auch eine Brennkraftmaschine, insbesondere für ein Kraftfahrzeug, mit einem Kraftstoffsystem, welches einen Brennraum der Brennkraftmaschine mit Kraftstoff versorgt. Für eine soclhe Brennkraftmaschine ist es vorteilhaft, wenn das Kraftstoffsystem in der obigen Art ausgebildet ist.

20

Zeichnung

[0026] Nachfolgend werden mehrere Ausführungsbeispiele der Erfnung unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung im Detail erläutert. In der Zeichnung zeigen:

[0027] Fig. 1 einen Längsschnitt durch ein erstes Ausführungsbeispiel einer Kraftstoff-Einspritzvorrichtung;

[0028] Fig. 2 eine Detailansicht eines Bereichs der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung von Fig. 1;

[0029] Fig. 3 eine Detaildarstellung eines weiteren Bereichs der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung von Fig. 1;

[0030] Fig. 4 einen Längsschnitt durch ein zweites Ausführungsbeispiel einer Kraftstoff-Einspritzvorrichtung;

[0031] Fig. 5 eine Detailansicht eines ersten Bereichs der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung von Fig. 4; und

[0032] Fig. 6 einer Detailansicht eines zweiten Bereichs der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung von Fig. 4.

[0033] Fig. 7 einen teilweisen Längsschnitt durch einen Bereich eines dritten Ausführungsbeispiels einer Kraftstoff-Einspritzvorrichtung;

[0034] Fig. 8 einen Längsschnitt durch ein viertes Ausführungsbeispiel einer Kraftstoff-Einspritzvorrichtung;

[0035] Fig. 9 einen Längsschnitt durch einen Bereich der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung von Fig. 8;

[0036] Fig. 10 einen Längsschnitt durch ein fünftes Ausführungsbeispiel einer Kraftstoff-Einspritzvorrichtung; und

[0037] Fig. 11 einen Längsschnitt durch einen Bereich der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung von Fig. 10.

50

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0038] Zunächst wird das in den Fig. 1-3 dargestellte Ausführungsbeispiel einer Kraftstoff-Einspritzvorrichtung erläutert. Die Kraftstoff-Einspritzvorrichtung trägt insgesamt das Bezugssymbol 10. Sie umfasst ein Gehäuse 12 mit einem in Fig. 1 oberen Basisabschnitt 14, einem Zentralabschnitt 16 und einem Düsenkörper 18. Über einen Einlass 20 kann die Kraftstoff-Einspritzvorrichtung 10 mit einer Kraftstoff-Hochdruckleitung (nicht dargestellt) verbunden werden. Ein Auslass 22 kann mit einem Niederdruckbereich eines Kraftstoffsystems verbunden werden. Zwischen dem Düsenkörper 18 und dem Basisabschnitt 14 sind in axialer Richtung noch eine Zwischenscheibe 24 und eine Steuerscheibe 26 angeordnet. Die Kraftstoff-Einspritzvorrichtung 10 dient zum Einspritzen von Kraftstoff (Benzin oder Diesel) in den Brennraum einer Brennkraftmaschine (nicht dargestellt).

[0039] Der Düsenkörper 18 weist in seinem in Fig. 1 unter-

ren Bereich eine Einspritzkuppe 28 auf, die mit zwei axial voneinander beabstandeten Reihen von über den Umfang verteilten Austrittsöffnungen 30 und 32 versehen ist (vgl. Fig. 3). Bis auf die Austrittsöffnungen 30 und 32 ist der Düsenkörper 18 also an seinem unteren Ende geschlossen. Im Innern des Düsenkörpers 18 ist eine in seiner Längsrichtung verlaufende Ausnehmung 34 vorgesehen. In ihrem oberen Bereich weist die Ausnehmung 34 eine bauchige Erweiterung 36 auf, die über einen Strömungskanal 38 mit dem Einlass 20 verbunden ist (Fig. 2). In der Ausnehmung 34 sind zwei als Ventilnadeln ausgebildete koaxiale Ventilelemente 40 und 42 angeordnet. Das äußere Ventilelement 42 ist röhrenförmig, das innere Ventilelement 40 hat Vollquerschnitt. Beide Ventilelemente 40 und 42 weisen an ihrem unteren Ende Dichtkanten 44 bzw. 46 auf, welche mit entsprechenden Ventilsitzen (ohne Bezugszeichen) zwischen den Austrittsöffnungen 30 und 32 bzw. oberhalb der oberen Austrittsöffnungen 32 zusammenarbeiten. Von der Einspritzkuppe 28 bis zu der bauchigen Erweiterung 36 verläuft zwischen dem äußeren Ventilelement 42 und der Innenwand (ohne Bezugszeichen) der Ausnehmung 34 ein Ringraum 48.

[0040] Der Außendurchmesser des äußeren Ventilelements 42 ist in einem oberen Bereich größer als in einem unteren Bereich. Im Übergang zwischen den beiden Bereichen, etwa auf Höhe der Erweiterung 36, ist eine Druckfläche 50 gebildet, auf deren Bedeutung weiter unten im Detail eingegangen wird. Etwa auf Höhe der bauchigen Erweiterung 36 der Ausnehmung 34 ist an der inneren Mantelfläche (ohne Bezugszeichen) des äußeren Ventilelements 42 ein schräger Absatz 52 ausgebildet. Das äußere Ventilelement 42 erstreckt sich über die Oberseite des Düsenkörpers 18 hinaus bis in eine zentrische Ausnehmung 54 in der Zwischenscheibe 24. Dort liegt das obere Ende des äußeren Ventilelements 42 an einem Steuerkolben 56 an, der in der Ausnehmung 54 in der Zwischenscheibe 24 gleitend geführt ist.

[0041] Die Oberseite des Steuerkolbens 56 bildet insgesamt eine erste Druckfläche 57. Ihr Außenrand ist ringförmig hochgezogen. An der Oberseite des Steuerkolbens 56 stützt sich ein Steuerbolzen 58 ab, der sich fast vollständig durch eine zentrische Ausnehmung 60 in der Steuerscheibe 26 hindurcherstreckt. An der Oberseite des Steuerbolzens 58 stützt sich wiederum die stumpfe Spitz eines konischen Federbolzens 62 ab. An dessen Basis liegt eine Druckfeder 64 an, die in einer Ausnehmung 66 im Basisabschnitt 14 des Gehäuses 12 aufgenommen ist. An ihrem von dem Federbolzen 62 abgelegenen Ende stützt sich die Druckfeder 64 an einer ringförmigen Einstellscheibe 68 ab, welche an dem in Fig. 1 oberen Ende der Ausnehmung 66 im Basisabschnitt 14 des Gehäuses 12 angeordnet ist. Die Ausnehmung 66 ist über einen Strömungskanal 70 mit dem Auslass 22 verbunden.

[0042] Das innere Ventilelement 40 ist im äußeren Ventilelement 42 geführt. Im Bereich des Absatzes 52 der inneren Mantelfläche des äußeren Ventilelements 42 ist auf der äußeren Mantelfläche des inneren Ventilelements 40 eine Schulter 72 vorhanden. Wenn die Dichtkanten 44 und 46 der beiden Ventilelemente 40 und 42 an ihren Ventilsitzen im Bereich der Einspritzkuppe 28 anliegen (dieser Zustand ist in den Fig. 1-3 dargestellt), sind der Absatz 52 und die Schulter 72 um eine Distanz S1 voneinander beabstandet (vgl. Fig. 2).

[0043] Wie aus Fig. 2 ersichtlich ist, endet das innere Ventilelement 40 kurz oberhalb der Schulter 72. Die obere Stirnfläche des inneren Ventilelements 40 ist konkav ausgebildet. Eine hierdurch gebildete Ausnehmung 74 ist über radial verlaufende Öffnungen 76 sowie entsprechende radial verlau-

fende Kapäle 78 in der Wand des äußeren Ventilelements 42 mit der bauchigen Erweiterung 36 der Ausnehmung 34 und hierdurch über den Strömungskanal 38 mit dem Einlass 20 verbunden. Die Ausnehmung 74 bildet ebenfalls eine Druckfläche, auf deren Bedeutung noch weiter unten eingegangen wird. An dem ringförmigen Rand der Ausnehmung 74 stützt sich ein Verbindungsbolzen 80 ab, der in der in den Fig. 1-3 dargestellten Position der Ventilelemente 40 und 42 sich mit seinem oberen Ende ebenfalls am Steuerkolben 56 abstützt.

[0044] Der Steuerbolzen 58, der zwischen dem Steuerkolben 56 und dem Federbolzen 62 angeordnet ist, hat in einem in Fig. 1 unten angeordneten Abschnitt 82 kreisrunden Querschnitt, wohingegen er in einem in Fig. 1 oberen Abschnitt 84 einen Anschliff 86 aufweist. Der Durchmesser des Abschnitts 82 entspricht in etwa dem Durchmesser der Ausnehmung 60 in der Steuerscheibe 26. In dem in den Fig. 1-3 dargestellten geschlossenen Zustand der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung 10, in dem also die Dichtkanten 44 und 46 der Ventilelemente 40 und 42 an den jeweiligen Ventilsitzen in der Einspritzkuppe 28 anliegen, ist die Oberseite des Steuerkolbens 56 von der Unterseite der Steuerscheibe 26 um eine Entfernung S2 beabstandet (Fig. 1).

[0045] Die Höhe des kreisrunden Abschnitts 82 des Steuerbolzens 58 ist so gewählt, dass er um eine Entfernung S3 über den oberen Rand des Steuerkolbens 56 übersteht, er jedoch von dem unteren Rand der Steuerscheibe 26 noch um eine Entfernung S4 beabstandet ist. Zwischen der Oberseite 57 des Steuerkolbens 56 und der Unterseite der Zwischenscheibe 24 ist eine Steuerkammer 88 gebildet. Von der Steuerkammer 88 verläuft schräg nach außen eine Absteuerbohrung 90 zu einem Einlassraum 92 eines federbeaufschlagten Kugelventils 94. Ein Steuerkolben 96 des Kugelventils 94 ist in einer exzentrischen Längsbohrung 98 in der Zwischenscheibe 24 geführt. Über einen Niederdruck-Steuerdruckanschluss 100 kann der Steuerkolben 96 beaufschlagt werden, wodurch der Einlassraum 92 des Kugelventils 94 mit einem Lecköl-Ablauf 102 verbunden wird.

[0046] Die Kraftstoff-Einspritzvorrichtung 10 wird folgendermaßen betrieben:

Wenn von der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung 10 nur eine vergleichsweise geringe Menge an Kraftstoff in den Brennraum einer Brennkraftmaschine eingespritzt werden soll, werden nur die in den Fig. 1-3 oberen Austrittsöffnungen 32 mit dem Kraftstoff-Einlass 20 verbunden, wohingegen die unteren Austrittsöffnungen 30 vom Kraftstoff-Einlass 20 getrennt bleiben. Hierzu wird das Kugelventil 94 in seinem geschlossenen Zustand belassen, in dem keine Verbindung zwischen der Steuerkammer 88 mit dem Lecköl-Ablauf 102 existiert.

[0047] Für eine Einspritzung durch die Kraftstoff-Einspritzvorrichtung 10 wird auf hier nicht näher dargestellte Art und Weise eine Druckwelle erzeugt, die über den Kraftstoff-Einlass 20 und den Strömungskanal 38 bis in den Ringraum 48 gelangt. Die Druckwelle führt an der Druckfläche 50 auf der äußeren Mantelfläche des äußeren Ventilelements 42 zu einer axial von der Einspritzkuppe 28 weg gerichteten Kraft, durch die das äußere Ventilelement 42 über den Steuerkolben 56, den Steuerbolzen 58 und den Federbolzen 62 gegen die Federkraft der Druckfeder 64 nach oben bewegt wird. Auf diese Weise hebt die Dichtkante 46 des äußeren Ventilelements 42 vom entsprechenden Ventilsitz im Bereich der Einspritzkuppe 28 des Düsenkörpers 18 ab, was die oberen Austrittsöffnungen 32 über den Ringraum 48 letztlich mit dem Kraftstoffeinlass 20 verbindet.

[0048] Die Dichtkante 44 des inneren Ventilelements 40 bleibt dabei in Anlage an dem entsprechenden Ventilsitz im Bereich der Einspritzkuppe 28 des Düsenkörpers 18, so dass

die unteren Austrittsöffnungen 30 weiterhin vom Kraftstoff-Einlass 20 getrennt bleiben. Dies wird dadurch sichergestellt, dass sich die Druckwelle über die radialen Kanäle 78 im äußeren Ventilelement 42 und die radialen Öffnungen 76 im inneren Ventilelement 40 bis in die konkave Ausnehmung 74 in der oberen Stirnfläche des inneren Ventilelements 40 fortpflanzt. Dadurch, dass die Resultierende der die Druckfläche bildenden konkaven Ausnehmung 74 in entgegengesetzter Richtung zur Resultierenden der Druckfläche 50 verläuft, wird das innere Ventilelement 40 in entgegengesetzter Richtung zum äußeren Ventilelement 42 beaufschlagt und somit mit seiner Dichtkante 44 gegen den entsprechenden Sitz im Düsenkörper 18 gedrückt.

[0049] Durch die Öffnungsbewegung des äußeren Ventilelements 42 wird auch der Steuerkolben 56 und mit diesem der Steuerbolzen 58 nach oben gedrückt. Der sich in der Steuerkammer 88 befindliche Kraftstoff kann dabei durch den zwischen dem Anschliff 86 und der Ausnehmung 60 in der Steuerscheibe 26 gebildeten Spalt nach oben in die Ausnehmung 66 entweichen und über den Strömungskanal 70 zum Auslass 22 hin abfließen. Im Verlauf der Bewegung des Steuerbolzens 58 dringt jedoch der untere kreisrunde Abschnitt 82 des Steuerbolzens 58 in die Ausnehmung 60 in der Steuerscheibe 26 ein. In diesem Fall ist kein Spalt mehr zwischen dem Steuerbolzen 58 und der Ausnehmung 60 in der Steuerscheibe 26 mehr vorhanden. Der in der Steuerkammer 88 vorhandene Kraftstoff kann somit aus der Steuerkammer 88 nicht mehr entweichen.

[0050] In der Steuerkammer 88 baut sich somit ein Gegendruck auf, der auf die Druckfläche 57 am Steuerkolben 56 wirkt. Da diese Druckfläche 57 am Steuerkolben 56 erheblich größer ist als die Druckfläche 50 am äußeren Ventilelement 42, baut sich bereits bei einem relativ geringen Druck in der Steuerkammer 88 eine Gegenkraft auf, wodurch die Bewegung des äußeren Ventilelements 42 gestoppt wird. Durch den in der Steuerkammer 88 eingeschlossenen Kraftstoff wird somit eine Begrenzung des Hubs des äußeren Ventilelements 42 erreicht.

[0051] Die Entfernung S4 zwischen der Oberseite des kreisrunden Abschnitts 82 des Steuerbolzens 58 und der Unterseite der Steuerscheibe 26 im geschlossenen Zustand der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung 10 ist dabei kleiner als die Entfernung S1 zwischen dem Absatz 52 am äußeren Ventilelement 42 und der Schulter 72 am inneren Ventilelement 40. Auf diese Weise ist sichergestellt, dass die Bewegung des äußeren Ventilelements 42 gestoppt wird, bevor die Schulter 72 des inneren Ventilelements 40 am Absatz 52 des äußeren Ventilelements 42 in Anlage kommt. Wenn gewünscht wird, dass die beiden Reihen von Austrittsöffnungen 30 und 32 für die Einspritzung von Kraftstoff verwendet werden, wird der Niederdruck-Steuerdruckanschluss 100 in der Zwischenscheibe 24 unter Druck gesetzt. Hierdurch wird über den Steuerkolben 96 das Kugelventil 94 von seinem Sitz abgehoben, so dass eine fluidische Verbindung von der Steuerkammer 88 über die Absteuerbohrung 90, den Einlassraum 92 und die exzentrische Längsbohrung 98 hin zum Lecköl-Ablauf 102 existiert.

[0052] Gelangt nun eine Druckwelle in die Ausnehmung 34 im Düsenkörper 18, wird das äußere Ventilelement 42 wie oben beschrieben gegen die Kraft der Druckfeder 64 bewegt. Anders als oben beschrieben ist die Steuerkammer 88 aber auch dann, wenn der kreisrunde untere Abschnitt 82 des Steuerbolzens 58 in die Ausnehmung 60 in der Steuerscheibe 26 eintaucht, fluidisch nicht abgeschlossen. Statt dessen kann das in der Steuerkammer 88 vorhandene Fluid über die Absteuerbohrung 90 in der oben beschriebenen Art und Weise zum Lecköl-Ablauf 102 abströmen. Die Bewegung des äußeren Ventilelements endet erst, wenn der ring-

förmige Rand des Steuerkolbens 56 an der Unterseite der Steuerscheibe 26 anliegt. In diesem Fall hat der Steuerkolben 56 und mit ihm das äußere Ventilelement 42 den Weg S2 zurückgelegt.

[0053] Da der Weg S2 größer ist als der Abstand zwischen dem Absatz 52 und der Schulter 72 im Ruhezustand (S1), kommt der Absatz 52 im Verlauf der Bewegung des äußeren Ventilelements 42 in Anlage an die Schulter 72, wodurch das innere Ventilelement 40 vom äußeren Ventilelement 42 mitgeschleppt wird. Die Dichtkante 44 des inneren Ventilelements 40 hebt somit ebenfalls vom entsprechenden Ventilsitz in der Einspritzkuppe 28 des Düsenkörpers 18 ab, wodurch die unteren Austrittsöffnungen 30 ebenfalls mit dem Kraftstoff-Einlass 20 verbunden werden. Fällt der Druck im Ringraum 48 wieder ab, werden das innere Ventilelement 40 über den Verbindungsbolzen 80 sowie das äußere Ventilelement 42 durch die Druckfeder 64 wieder mit ihren Dichtkanten 44 und 46 gegen die entsprechenden Ventilsitze in der Einspritzkuppe 28 im Düsenkörper 18 gedrückt.

[0054] Nun wird auf das zweite Ausführungsbeispiel einer Kraftstoff-Einspritzvorrichtung 10 Bezug genommen, welches in den Fig. 4 bis 6 dargestellt ist. Der Einfachheit halber tragen solche Elemente und Teile, welche äquivalente Funktionen zu dem in den Fig. 1 bis 3 dargestellten Ausführungsbeispiel aufweisen, die gleichen Bezugssymbole. Sie sind nicht nochmals im Detail erläutert.

[0055] Dr grundsätzliche Unterschied zwischen dem ersten und dem zweiten Ausführungsbeispiel betrifft die Reihenfolge der Bewegungen der Ventilelemente. Beim ersten Ausführungsbeispiel öffnet zuerst das äußere Ventilelement 42. Je nach Schaltstellung des Kugelventils 94 schleppt es im Verlauf seiner Öffnungsbewegung das innere Ventilelement 40 mit. Bei dem in den Fig. 4 bis 6 dargestellten Ausführungsbeispiel dagegen öffnet zuerst das innere Ventilelement 40 und schleppt, je nach Schaltstellung des Kugelventils 94, im Verlauf seiner Öffnungsbewegung das äußere Ventilelement 42 mit. Bei dem zweiten Ausführungsbeispiel ist eine zusätzliche Feder 104 vorgesehen, welche das äußere Ventilelement 42 in seinem Ruhezustand mit der Dichtkante 46 gegen den entsprechenden Ventilsitz in der Einspritzkuppe 28 des Düsenkörpers 18 drückt.

[0056] Das äußere Ventilelement 42 ist auf dem inneren Ventilelement 40 geführt, und das innere Ventilelement 40 ist wiederum mit seinem von der Einspritzkuppe 28 abgelegenen Ende zumindest mittelbar in der Zwischenscheibe 24 geführt. Auf diese Weise ist es möglich, die Erweiterung 36 der Ausnehmung 34 im Düsenkörper 18 von außen zugänglich zu machen, so dass sie z. B. gebohrt und hierdurch sehr einfach hergestellt werden kann. Das äußere Ventilelement 42 ist ferner noch durch eine Einschnürung der Ausnehmung 34 im Düsenkörper 18 geführt.

[0057] Unter dem Begriff der "mittelbaren" Führung des inneren Ventilelements 40 in der Zwischenscheibe 24 ist zu verstehen, dass zusätzlich auf dem inneren Ventilelement 40 an seinem oberen Ende eine Hülse 108 befestigt ist (vgl. insbesondere Fig. 5). Die Befestigung kann beispielsweise durch ein Verpressen erfolgen. Eine derartige Hülse 108 bietet einerseits den Vorteil einer größeren Druckstufe. Hierunter ist zu verstehen, dass der Schließ- und der Öffnungsdruck näher beieinander liegen, was zu einem schnelleren Schließen des inneren Ventilelements 40 führt. Andererseits ermöglicht eine derartige Hülse 108 eine spezielle Werkstoffwahl für die Führung der aus Hülse 108 und innerem Ventilelement 40 gebildeten Einheit in der Zwischenscheibe 24.

[0058] Der Ringraum 48, mit dem der Kraftstoff zu den Austrittsöffnungen 30 bzw. 32 gelangen kann, ist bei dem in den Fig. 4-6 dargestellten Ausführungsbeispiel zwischen

dem inneren Ventilelement 40 und dem äußeren Ventilelement 42 vorgesehen. Der Zugang zu dem Ringraum 48 von der Ausnehmung 34 im Düsenkörper 18 her erfolgt durch radiale Kanäle 78 im äußeren Ventilelement 42.

[0059] In den Fig. 4 und 6 sind zwei mögliche Ausgestaltungen der Einspritzkuppe 28 dargestellt. Auf den linken Seiten der Fig. 4 und 6 beträgt der Öffnungswinkel der Einspritzkuppe 28 60°, wohingegen er auf der rechten Seite der Fig. 4 und 6 90° beträgt. Ein kleinerer Öffnungswinkel hat Vorteile hinsichtlich der Baugröße der Einspritzkuppe 28, wohingegen ein größerer Winkel Vorteile im Hinblick auf die Dichtigkeit zwischen den Dichtkanten und den entsprechenden Ventilsitzen hat. Ferner hat der Einspritzwinkel einen Einfluss auf das Brennverhalten des eingespritzten Kraftstoffs.

[0060] In Fig. 7 ist eine Abwandlung des in den Fig. 4–6 dargestellten Ausführungsbeispiels dargestellt. Bei der in Fig. 7 dargestellten Ausführungsform wird auf die Hülse 108 verzichtet. Stattdessen ist das innere Ventilelement 40 unmittelbar in der Zwischenscheibe 24 geführt. Dies ist einfacher herzustellen.

[0061] In den Fig. 8 und 9 ist ein vierter Ausführungsbeispiel einer Kraftstoff-Einspritzvorrichtung 10 dargestellt. Auch in diesen beiden Figuren tragen solche Elemente und Teile, welche äquivalente Funktionen zu Teilen und Elementen der Fig. 1–7 aufweisen, die gleichen Bezugszeichen. Sie sind nicht nochmals im Detail erläutert.

[0062] Bei dem in den Fig. 8 und 9 dargestellten Ausführungsbeispiel öffnet das äußere Ventilelement 42 vor dem inneren Ventilelement 40. Die Druckflächen am äußeren Ventilelement 42, welche bei einer über den Einlass 20 und den Strömungskanal 38 eingeleiteten Druckwelle eine axiale Öffnungsbewegung des äußeren Ventilelements 42 bewirken sollen, sind an zwei Stellen des äußeren Ventilelements 42 vorhanden:

Zum einen trägt die äußere Mantelfläche des äußeren Ventilelements 42 im Bereich der Einmündung des Strömungskanals 38 eine Einschnürung 110. Der Durchmesser des äußeren Ventilelements 42 oberhalb dieser Einschnürung 110 ist größer als der Durchmesser unterhalb der Einschnürung 110. Bereits dies führt beim Auftreten einer Druckwelle in dem durch die Einschnürung 110 gebildeten Druckraum 36 zu einer resultierenden Kraft, welche das äußere Ventilelement 42 nach oben bewegt.

[0063] Darüber hinaus ist zwischen dem unterhalb der Einschnürung 110 gelegenen Bereich des äußeren Ventilelements 42 und der Ausnehmung 34 im Düsenkörper 18 ein Ringraum 48 vorhanden, durch den sich die Druckwelle bis zu einer konischen Verjüngung 112 an der der Einspritzkuppe 28 zugewandten Spitze des äußeren Ventilelements 42 fortpflanzt (Fig. 9). Der Bereich der konischen Zuspitzung 112 bis zur Dichtkante 46 wirkt als Druckfläche, an der sich bei einer Druckwelle eine resultierende Kraft einstellt, durch welche das äußere Ventilelement 42 mit der Dichtkante 46 vom entsprechenden Ventilsitz abhebt. Dadurch, dass der Druckraum 36 vollständig durch die Einschnürung 106 im äußeren Ventilelement geschaffen wird, wird die Herstellung der Ausnehmung 34 im Düsenkörper 18 erheblich vereinfacht und dadurch werden die Herstellkosten der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung 10 gesenkt.

[0064] Ein weiterer Unterschied zu den in den Fig. 1–7 dargestellten Ausführungsbeispielen einer Kraftstoff-Einspritzvorrichtung besteht darin, dass das innere Ventilelement 40 in einem Sackloch 114 im äußeren Ventilelement 42 aufgenommen ist. Das Sackloch 114 erstreckt sich koaxial zur Längsachse des äußeren Ventilelements 42 und ist in das äußere Ventilelement 42 von dem der Einspritzkuppe 28 zugewandten Ende her eingebracht. Das innere Ventilelement

40 weist in seinem oberen Bereich ebenfalls eine Einschnürung 72 auf.

[0065] In die Wand des Sacklochs 114 im äußeren Ventilelement 42 sind über den Umfang verteilt mehrere radiale Öffnungen 116 vorhanden, welche bei geschlossener Kraftstoff-Einspritzvorrichtung 10 in etwa auf gleicher Höhe wie die Einschnürung 72 im inneren Ventilelement 40 liegen. In jeder der Öffnungen 116 ist jeweils eine Kugel 118 aufgenommen, deren Durchmesser größer ist als die Wandstärke des äußeren Ventilelements 42 im Bereich des Sacklochs 114. Die Öffnungen 116 und die Kugeln 52 sind dabei so bemessen und positioniert, dass bei geschlossener Kraftstoff-Einspritzvorrichtung 10 die Kugeln 52 einen Abstand 51 von der in den Fig. 8 und 9 oberen Flanke der Einschnürung 72 im inneren Ventilelement 40 haben. Die Kugeln 52, die Öffnungen 116 und die Einschnürung 72 bilden zusammen eine Mitnehmerverbindung, durch die bei einer Bewegung des äußeren Ventilelements 42 um eine Strecke, die größer als 51 ist, das innere Ventilelement 40 mitgeschleppt wird.

[0066] Wenn das Kugelventil 94 so geschaltet ist, dass sich das äußere Ventilelement 42 nur um eine Strecke bewegen kann, welche kleiner als 51 ist, dann wird auf folgende Weise sichergestellt, dass das innere Ventilelement 40 mit seiner Dichtkante 44 am entsprechenden Ventilsitz liegenbleibt:

Der Einspritzdruck wird über den Ringraum 48 zu radialen Öffnungen 118 in der das Sackloch 114 begrenzenden Umfangswand des äußeren Ventilelements 42 übertragen. Über die Öffnungen 118 ist ein Druckraum 120 mit dem Ringraum 48 fluidisch verbunden. Der Druckraum 120 ist zwischen der von der Einspritzkuppe 28 abgelegenen Stirnfläche 74 und dem Grund des Sacklochs 114 gebildet. Zwischen der Stirnfläche 74 des inneren Ventilelements 40 und dem Grund des Sacklochs 114 ist eine Feder 104 gespannt.

[0067] Über die Öffnungen 118 wird also auch der Druckraum 120 und durch diesen wiederum die Druckfläche 74 mit dem Einspritzdruck beaufschlagt, wodurch das innere Ventilelement 40 mit seiner Dichtkante 44 gegen den entsprechenden Ventilsitz in der Einspritzkuppe 28 gedrückt wird. Zusätzlich liefert die Feder 104 eine Grundkraft, die das innere Ventilelement 40 auch im drucklosen Zustand mit seiner Dichtkante 44 gegen den entsprechenden Sitz in der Einspritzkuppe 28 drückt.

[0068] Der Vorteil des in den Fig. 8 und 9 dargestellten Ausführungsbeispiels ist seine einfachere und daher kostengünstigere Herstellung sowie die Ausführung einer besonders reibungsarmen Mitnehmerverbindung mit den Kugeln 52.

[0069] Ein fünftes Ausführungsbeispiel einer Kraftstoff-Einspritzvorrichtung 10 ist in den Fig. 10 und 11 dargestellt. Auch hier gilt, dass solche Teile und Elemente, welche äquivalente Funktionen zu Teilen und Elementen der vorhergehenden Figuren aufweisen, die gleichen Bezugszeichen tragen. Auch sie sind nicht nochmals im Detail erläutert.

[0070] Der wesentliche Unterschied des in den Fig. 10 und 11 dargestellten Ausführungsbeispiels einer Kraftstoff-Einspritzvorrichtung 10 gegenüber den vorher beschriebenen Ausführungsbeispielen betrifft die Ausbildung der Mitnehmerverbindung. Anstelle einer mechanischen Mitnehmerverbindung ist hier eine hydraulische Mitnehmerverbindung vorgesehen.

[0071] Die in den Fig. 10 und 11 dargestellte Kraftstoff-Einspritzvorrichtung ist wieder derart gestaltet, dass das äußere Ventilelement 42 zuerst öffnet. Wie auch bei dem zuletzt beschriebenen Ausführungsbeispiel ist von dem der Einspritzkuppe 28 zugewandten Ende des äußeren Ventilelements 42 her in dieses eine zur Längsachse des äußeren Ventilelements 42 koaxiale Bohrung 114 eingebracht. Diese

ist jedoch nicht als Sackloch ausgebildet, sondern über einen Drosselkanal 122 mit relativ kleinem Querschnitt mit einem Abströmräum 124 verbunden, der sich wiederum bis zu dem in den Fig. 10 und 11 oberen Ende des äußeren Ventilelements 42 erstreckt. Dort sind radiale Öffnungen 126 vorhanden, über die der Abströmräum 124 mit dem Lecköl-Ablauf 102 verbunden ist.

[0072] Auch das innere Ventilelement 40 unterscheidet sich von demjenigen des zuletzt beschriebenen Ausführungsbeispiels:

Etwa in Höhe seiner halben Längserstreckung ist in die äußere Mantelfläche des inneren Ventilelements 40 eine Ringnut 128 eingebracht. In Höhe der Ringnut 128 wird das innere Ventilelement 40 von einer Querbohrung 130 durchsetzt. Von der Druckfläche 74 des inneren Ventilelements 40 wiederum erstreckt sich eine Längsbohrung 132 bis zur Querbohrung 130. In die Wand der Ausnehmung 114 im äußeren Ventilelement 42 sind über den Umfang verteilt radiale Bohrungen 134 eingebracht. Bei geschlossener Kraftstoff-Einspritzvorrichtung 10 liegen die radialen Bohrungen 134 in etwa auf Höhe der Ringnut 128 mit einem Abstand S1 zwischen axial gegenüberliegenden Kanten der Bohrungen 134 und der Ringnut 128.

[0073] Die in den Fig. 10 und 11 dargestellte Kraftstoff-Einspritzvorrichtung 10 arbeitet folgendermaßen:

Wenn nur das äußere Ventilelement 42 mit seiner Dichtkante 46 vom entsprechenden Ventilsitz in der Einspritzkuppe 28 abheben soll, wird das Kugelventil 94 entsprechend in geschlossenem Zustand gehalten. Der hierdurch gebildete hydraulische Anschlag ist so ausgebildet, dass sich das äußere Ventilelement 42 nur um eine Strecke bewegen kann, welche kleiner als S1 ist. In diesem Fall setzt sich die Druckwelle über den Ringraum 48, die radialen Bohrungen 134, die Ringnut 128, die Querbohrung 130 und die Längsbohrung 132 bis in den Druckraum 120 fort. Aufgrund des kleinen Strömungsquerschnitts des Drosselkanals 122 bleibt der Druck im Druckraum 120 weitgehend erhalten und drückt über die Druckfläche 74 das innere Ventilelement 40 mit seiner Dichtkante 44 gegen den entsprechenden Ventilsitz in der Einspritzkuppe 28 des Düsenkörpers 18.

[0074] Wird das Kugelventil 94 jedoch so angesteuert, dass sich das äußere Ventilelement 42 um eine Strecke bewegen kann, welche größer S1 ist, dann wandern im Verlauf dieser Bewegung des äußeren Ventilelements 42 die radialen Bohrungen 134 aus dem Bereich der Ringnut 128 heraus. Somit wird die Fluidverbindung zwischen dem Druckraum 120 und dem Ringraum 48 unterbrochen. Dies bedeutet, dass der Druck im Druckraum 120 schlagartig abnimmt, da das Fluid über den Drosselkanal 122 zum Lecköl-Ablauf 102 abströmen kann, über die Längsbohrung 132 jedoch kein neues Fluid nachströmt. Da die Dichtkante 46 des äußeren Ventilelements 42 bereits vom entsprechenden Sitz in der Einspritzkuppe 28 abgehoben ist, kann die Druckwelle an der in Strömungsrichtung gesehen stromaufwärts von der Dichtkante 44 gelegenen konischen Zuspitzung 136 angreifen. Hierdurch wirkt auf das innere Ventilelement 40 eine axiale Kraft, durch die das innere Ventilelement 40 entgegen der durch die Feder 104 wirkenden Kraft mit der Dichtkante 44 vom entsprechenden Ventilsitz in der Einspritzkuppe 28 abhebt.

[0075] Der Vorteil der in den Fig. 10 und 11 dargestellten Kraftstoff-Einspritzvorrichtung 10 liegt darin, dass keinerlei mechanische Teile für die Mitnehmerverbindung zwischen innerem Ventilelement 40 und äußerem Ventilelement 42 erforderlich sind. Somit kann an dieser Stelle auch kein Verschleiß eintreten, was die Betriebssicherheit dieser Kraftstoff-Einspritzvorrichtung 10 verbessert. Die Querbohrung 130 ist in etwa auf halber Länge des inneren Ventilelements

40 angeordnet. Hierdurch wird sichergestellt, dass die Druckwelle in etwa zum gleichen Zeitpunkt an der konischen Zuspitzung 112 des äußeren Ventilelements 42 und im Druckraum 120 ankommt, so dass einerseits die auf das äußere Ventilelement 42 wirkende öffnende Kraft und die andererseits auf das innere Ventilelement 40 wirkende schließende Kraft gleichzeitig auftreten.

[0076] Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die Begriffe "oben" bzw. "unten" sich nur auf die Darstellungen in den Figuren beziehen. Die realen Einbaulagen können sich hiervon unterscheiden.

Patentansprüche

1. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (10) für Brennkraftmaschinen, mit einem langgestreckten Gehäuse (12) mit einem geschlossenen Einspritz-Ende (28), mit einer in dem Gehäuse (12) in dessen Längsrichtung verlaufenden Ausnehmung (34), welche mit einem Kraftstoffeinlass (20) verbindbar ist, mit mindestens zwei axial voneinander beabstandeten Austrittsöffnungen (30, 32) am Einspritz-Ende (28), mit mindestens zwei koaxialen und axial beweglichen Ventilelementen (40, 42), die wenigstens bereichsweise in der Ausnehmung (34) angeordnet sind und mit Ventilsitzen im Bereich der Austrittsöffnungen (30, 32) zusammenarbeiten, dadurch gekennzeichnet, dass die Ventilelemente (40, 42) derart zusammenarbeiten, dass das eine Ventilelement (40; 42) bei einer Bewegung nach einem bestimmten Weg (51) eine Bewegung des anderen Ventilelements (42; 40) bewirkt.
2. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (10) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die axial voneinander beabstandeten Austrittsöffnungen (30, 32) dann, wenn beide Ventilelemente (40, 42) von den zugehörigen Ventilsitzen abgehoben sind, fluidisch miteinander verbunden sind.
3. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das äußere Ventilelement (42) zuerst öffnet und bei einer Bewegung nach einem bestimmten Weg (S1) eine Bewegung des inneren Ventilelements (40) bewirkt.
4. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das innere Ventilelement (40) zuerst öffnet und bei einer Bewegung nach einem bestimmten Weg (S1) eine Bewegung des äußeren Ventilelements (42) bewirkt.
5. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Mitnehmerverbindung (52, 72) vorgesehen ist, derart, dass das eine Ventilelement (40; 42) bei einer Bewegung an dem anderen Ventilelement (42; 40) wenigstens mittelbar axial in Anlage kommt und hierdurch dieses mitbewegt.
6. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (10) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Mitnehmerverbindung einen Absatz an dem einen Ventilelement umfasst, welcher mit einer Schulter (72) an dem anderen Ventilelement (40) zusammenarbeitet, wobei im geschlossenen Zustand der Einspritzvorrichtung (10) die Schulter (72) und der Absatz (52) voneinander axial beabstandet (S1) sind.
7. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Mitnehmerverbindung mindestens eine in dem einen Ventilelement (42) gefangene Kugel (52) umfasst, welche mit einer Schulter (72) an dem anderen Ventilelement (40) zusammenarbeitet, wobei im geschlosse-

nen Zustand der Einspritzvorrichtung (10) die Schulter (72) und die Kugel (52) voneinander axial beabstandet sind.

8. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass an dem vom Einspritz-Ende (28) abgelegenen Ende des einen Ventilelements (40) ein Druckraum (120) vorhanden ist, der einerseits über eine Strömungsdirose (122) mit einem Niederdruckbereich (102) verbunden und andererseits über einen quer verlaufenden Strömungskanal (130) mit dem Kraftstoffeinlass (20) verbindbar ist, wobei die Verbindung zwischen Druckraum (120) und Kraftstoffeinlass (20) vom anderen Ventilelement (42) unterbrochen wird, wenn sich dieses um eine bestimmte Strecke (S1) bewegt hat.

9. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (10) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass in dem anderen Ventilelement mindestens eine Öffnung (134) vorhanden ist, welche in geschlossenem Zustand der Einspritzvorrichtung (10) den Zugang zum Strömungskanal (130) vom Kraftstoffeinlass her um eine Strecke (S1) überdeckt.

10. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine schaltbare (94) Hubbegrenzung vorgesehen ist, durch die der Hub des zuerst öffnenden Ventilelements (40; 42) so begrenzt werden kann, dass die Mitnehmerverbindung (52, 72) zwischen den beiden Ventilelementen (40; 42) noch nicht greift.

11. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (10) nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Hubbegrenzung hydraulisch arbeitet.

12. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (10) nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass das zuerst öffnende Ventilelement (40; 42) mit einer ersten Druckfläche (57) verbunden ist, welche eine Steuerkammer (88) begrenzt, und dass die Steuerkammer (88) fluidisch verschließbar ist.

13. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (10) nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass das zuerst öffnende Ventilelement (40; 42) mit einer zweiten Druckfläche (50) verbunden ist, welche bei einer Druckbeaufschlagung eine Öffnungsbewegung des Ventilelements (40; 42) bewirkt, wobei die erste Druckfläche größer ist als die zweite Druckfläche.

14. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (10) nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass in der Wand der Steuerkammer (88) eine Ablauföffnung (60) vorhanden ist und dass ein Steuerelement (82) mit dem zuerst öffnenden Ventilelement (40; 42) verbunden ist, welches in geschlossenem Zustand der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (10) von der Ablauföffnung (60) beabstandet (54) ist und im Verlauf einer Bewegung des Ventilelements (40; 42) die Ablauföffnung (60) dichtend verdeckt.

15. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass sie ein schaltbares Ventil (94) aufweist, über das die Steuerkammer (88) mit einem Auslass (102) verbindbar ist.

16. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (10) nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Ventil (94) hydraulisch (100) schaltbar ist.

17. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie einen mechanischen Anschlag aufweist, welcher den Weg (S2) bei einer Öffnungsbewegung mindestens eines der Ventilelemente (40; 42) begrenzt.

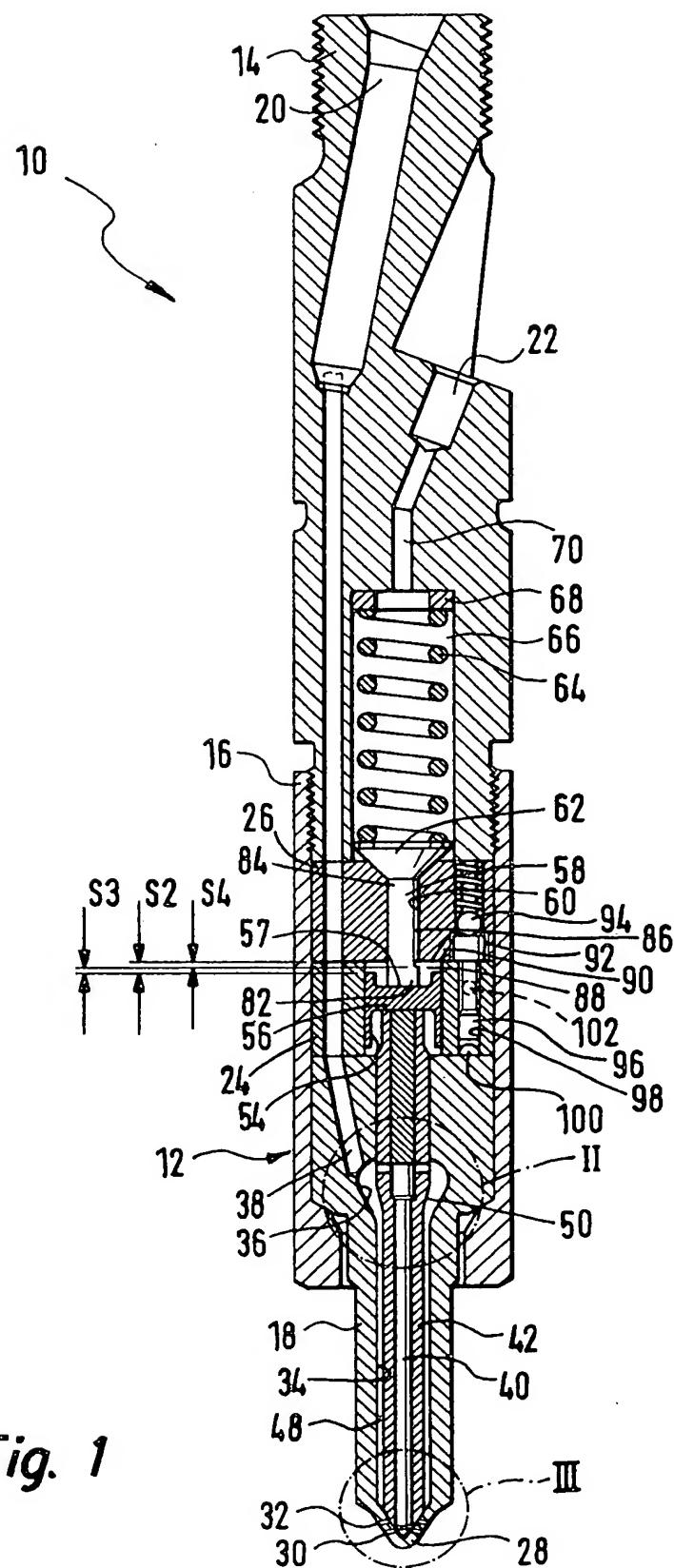
18. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das später öffnende Ventilelement (42; 40) mit einer dritten Druckfläche (74) verbunden ist, welche bei einer Druckbeaufschlagung das Ventilelement (42; 40) auf den Ventilsitz drückt.

19. Kraftstoffsystem für eine Brennkraftmaschine mit einem Kraftstoffbehälter, mit mindestens einer Kraftstoffpumpe, die aus dem Kraftstoffbehälter fördert, mit mindestens einer Kraftstoff-Sammelleitung, und mit mindestens einer Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (10), welche an die Kraftstoff-Sammelleitung angeschlossen ist und den Kraftstoff direkt in einen Brennraum einspritzt, wobei die Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (10) ein langgestrecktes Gehäuse (12) mit einem geschlossenen Einspritz-Ende (28), eine in dem Gehäuse (12) in dessen Längsrichtung verlaufende Ausnehmung (34), welche mit einem Kraftstoffeinlass (20) verbindbar ist, mindestens zwei axial voneinander beabstandeten Austrittsöffnungen (30, 32) am Einspritz-Ende (28), und mindestens zwei koaxiale und axial bewegliche Ventilelemente (40, 42), die wenigstens bereichsweise in der Ausnehmung (34) angeordnet sind und mit Ventilsitzen im Bereich der Austrittsöffnungen (30, 32) zusammenarbeiten, aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 18 ausgebildet ist.

20. Brennkraftmaschine, insbesondere für ein Kraftfahrzeug, mit einem Kraftstoffsystem, welches einen Brennraum der Brennkraftmaschine mit Kraftstoff versorgt, dadurch gekennzeichnet, dass das Kraftstoffsystem nach Anspruch 19 ausgebildet ist.

Hierzu 9 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -



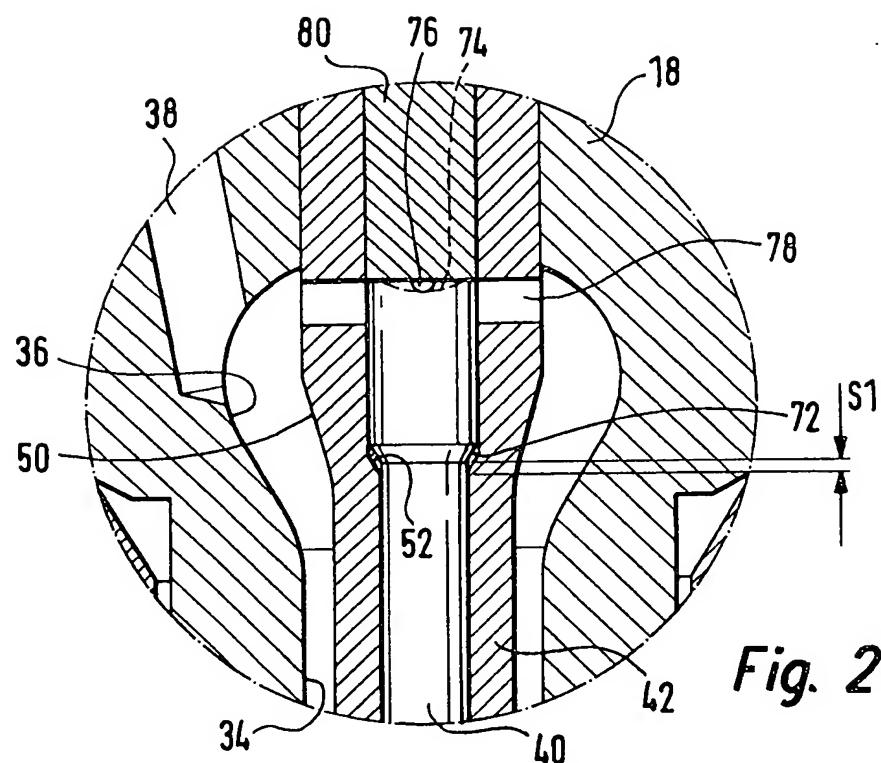


Fig. 2

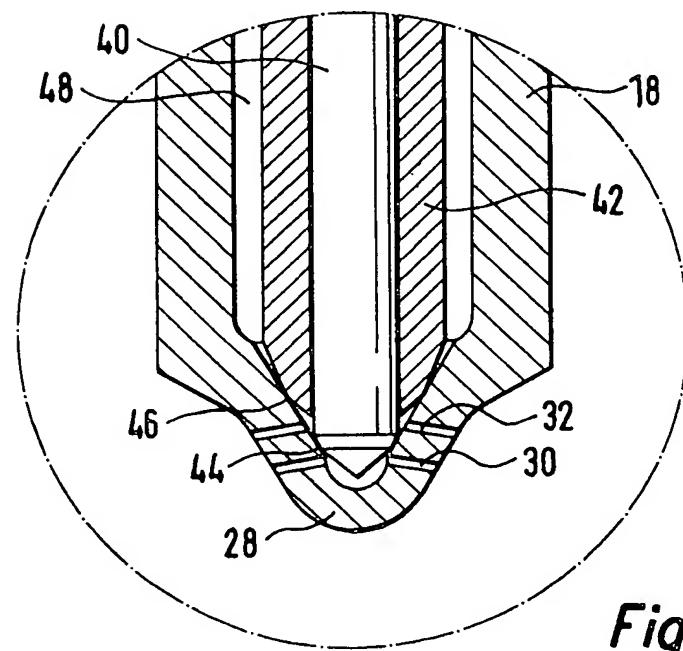


Fig. 3

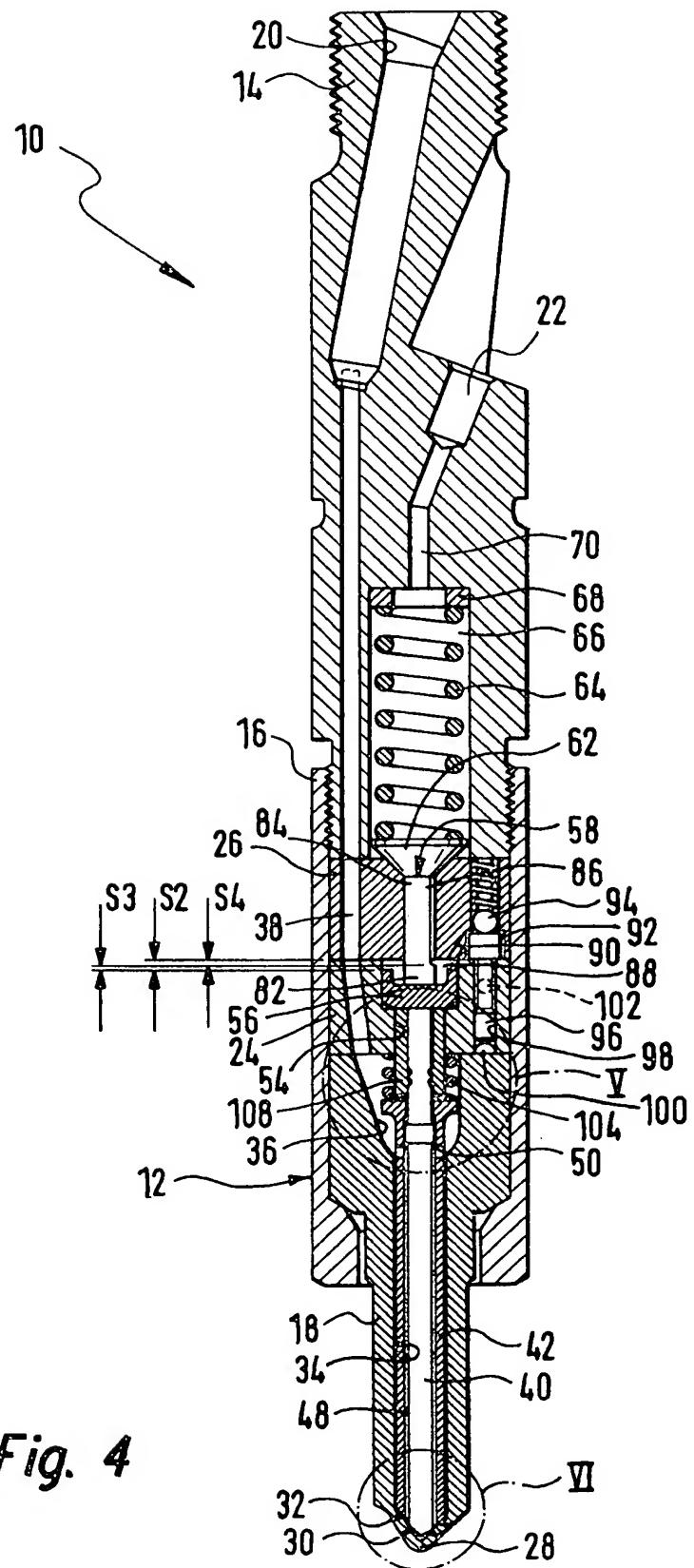
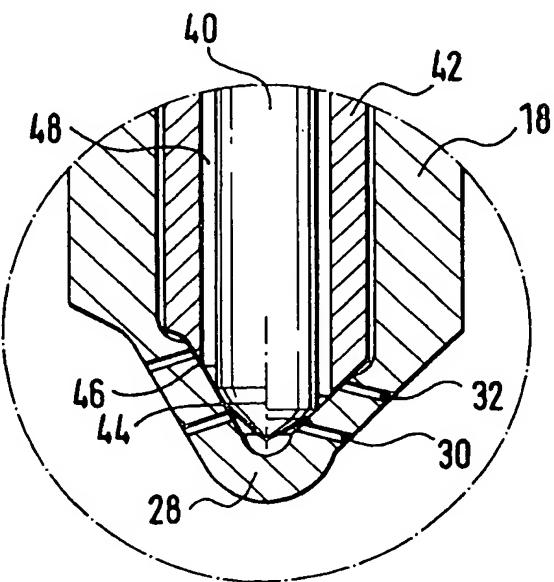
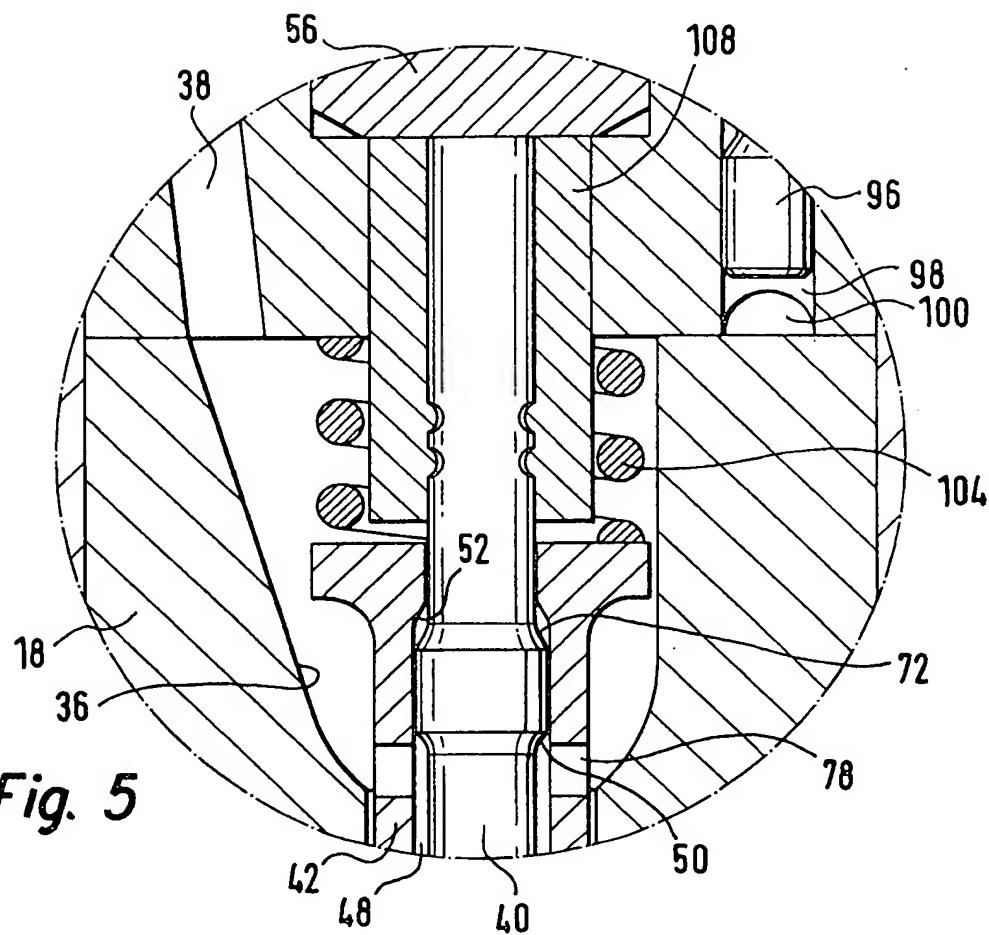
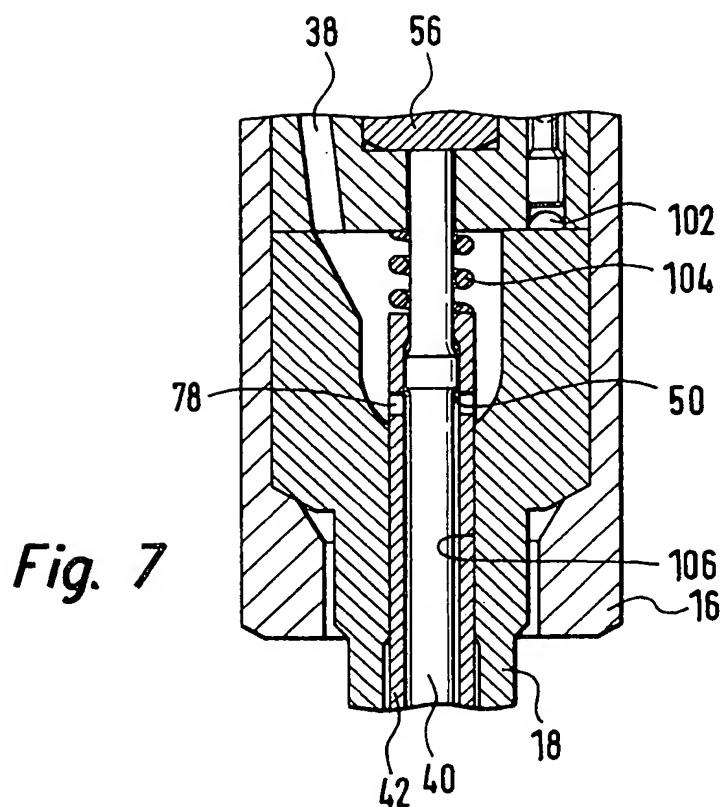


Fig. 4





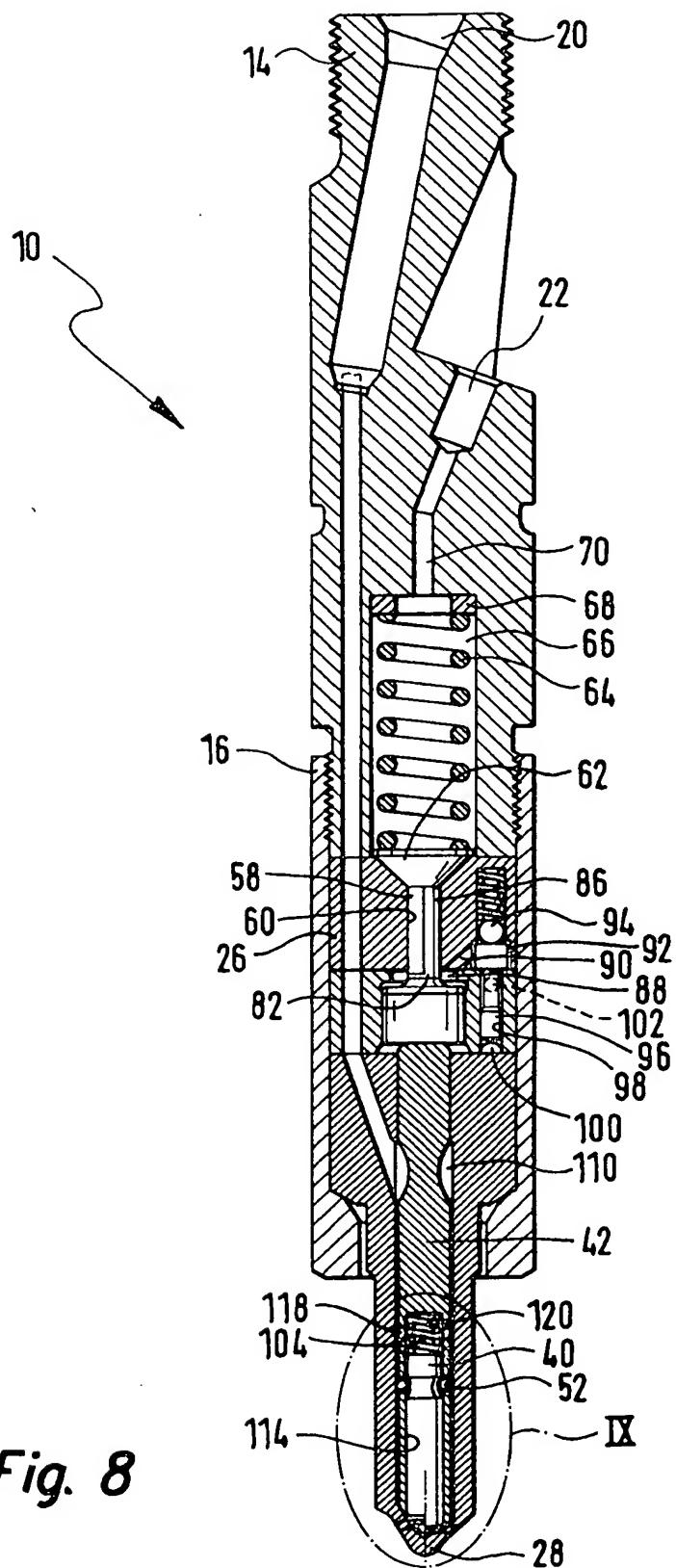


Fig. 8

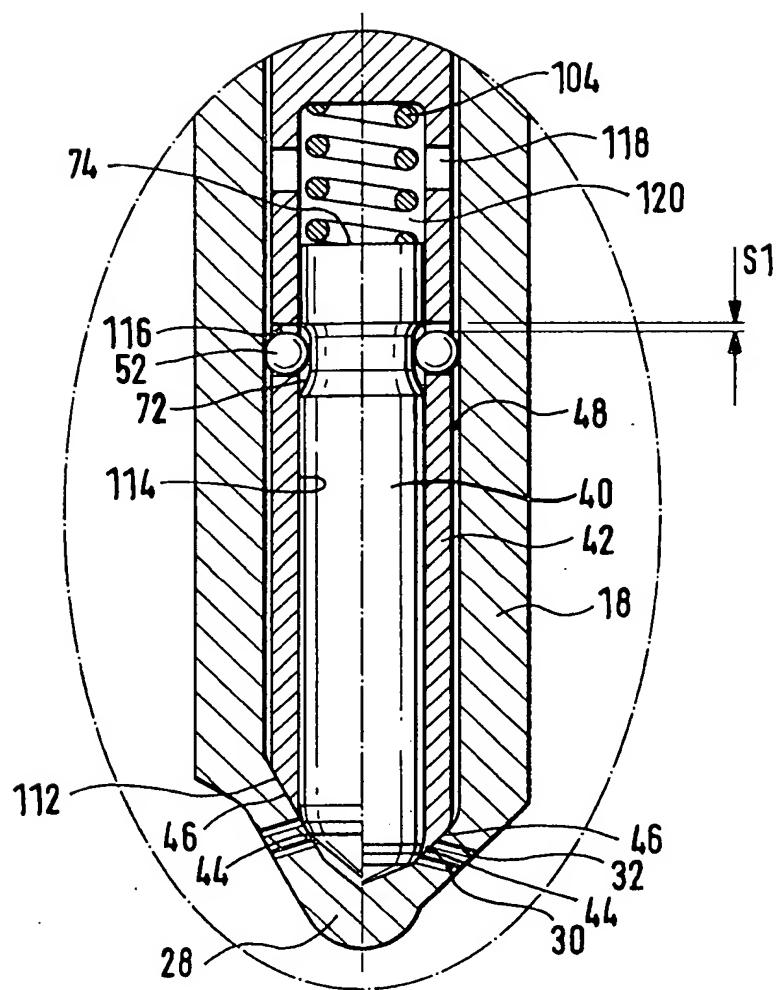


Fig. 9

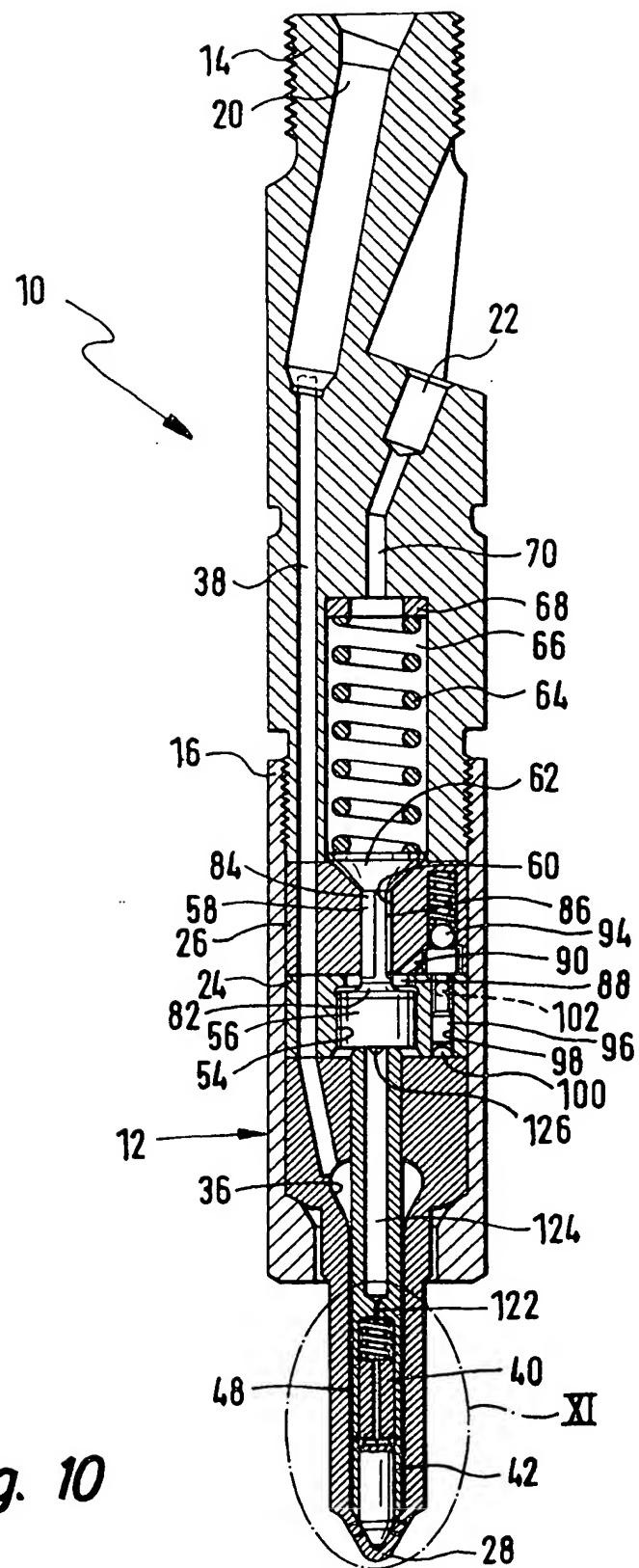


Fig. 10

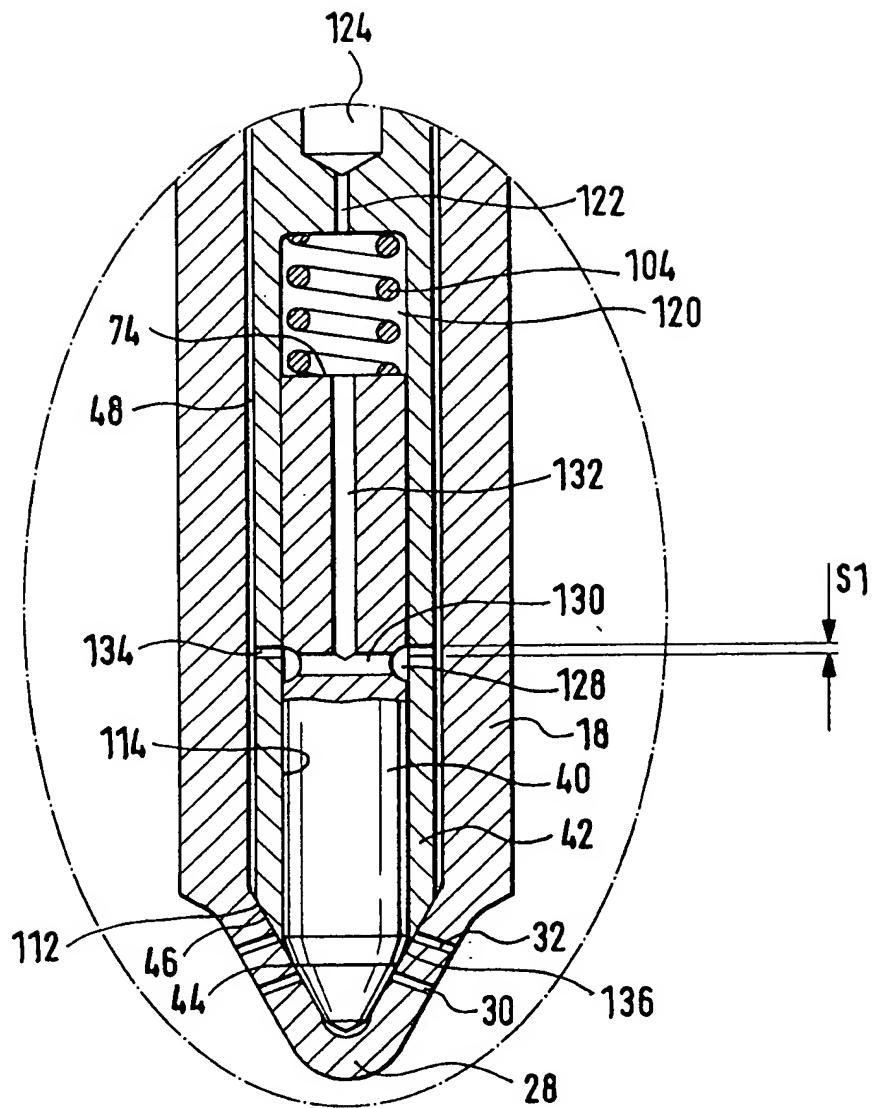


Fig. 11